ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER SCIENCE, AND MANAGEMENT



УДК 007:631.4 https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-317-324

Информационная система для оценки уровня зрелости организации



И. Н. Нурутдинова, Л. А. Димитрова
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерации)

Введение. Статья посвящена проблемам создания информационного обеспечения для решения задачи оценки уровня зрелости организации. Предлагается использование интеллектуальных информационных систем — экспертных систем. Кратко излагаются содержательные аспекты различных этапов создания таких систем, приводится архитектура экспертной системы, которая основана на использовании базы нечетких экспертных знаний. Целью работы являлось создание нового программного обеспечения для решения задачи оценки уровня зрелости организации.

Материалы и методы. Ранее выполненное моделирование рассматриваемой предметной области позволило создать базу знаний в виде набора продукционных правил, который является основой механизма нечеткого логического вывода. Программное обеспечение написано на PHP и пригодно для встраивания в комплексные web-приложения. Программная система представляет собой web-приложение, написанное преимущественно на PHP и JavaScript. Программное обеспечение работает во всех современных web-браузерах, что значительно ускоряет внедрение и развертывание на базе как основного предприятия, так и дочерних структур.

Результаты исследования. Создано новое программное обеспечение для автоматизации процесса обработки опросных листов при проведении самооценки организации на основе ключевых показателей, а также с учетом основных шести групп показателей системы менеджмента качества. Применение программы позволит значительно ускорить процесс ввода и обработки необходимой для проведения самооценки экспертной информации. Использование программы позволяет организациям получить адекватное представление о возможностях и перспективах улучшения системы менеджмента качества организации. Приведены фрагменты интерфейса программной системы.

Обсуждение и заключения. Предлагаемое программное обеспечение может быть использовано при определении уровня зрелости организации. Применение web-технологий повышает удобство пользования, снижает затраты на поддержку программного обеспечения. Программное обеспечение можно развернуть как в существующей сетевой инфраструктуре заказчика, так и пользоваться всем функционалом, подключаясь к удаленному серверу. Программное обеспечение оптимизировано под различные разрешения экрана, что позволяет использовать его не только в центральном офисе, но и при анализе системы менеджмента качества предприятий-клиентов. Трафик, генерируемый web-приложением, оптимизирован для работы с мобильными устройствами с низкоскоростным подключением к сети Интернет. Применение программы позволит значительно сократить время пользователей на ввод и обработку необходимой для решения задачи экспертной информации, исключить дублирование информации.

Ключевые слова: информационное обеспечение, система менеджмента качества, уровень зрелости организации, самооценка, экспертные системы.

Для цитирования: Нурутдинова, И. Н. Информационная система для оценки уровня зрелости организации / И. Н. Нурутдинова, Л. А. Димитрова // Advanced Engineering Research. — 2020. — Т. 20, №3. — С. 317−324. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-317-324



Information system for assessing maturity level of an organization

I. N. Nurutdinova, L. A. Dimitrova
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The paper considers problems of creating information support for solving the task of assessing the maturity level of an organization. It is proposed to use intelligent information systems, i.e. expert systems. Substantive aspects of various stages of creating such systems are briefly described; the expert system architecture, which is based on using a fuzzy expert knowledge base, is given. The work objective was to create new software to solve the problem of assessing the maturity level of an organization.
Materials and Methods. Previously performed modeling of the subject domain under consideration allowed us to create a knowledge base in the form of production memory, which is the basis of the fuzzy inference mechanism. The software is written in PHP and is suitable for embedding in complex web applications. The software system is a web application written primarily in PHP and JavaScript. The software works in all modern web browsers, which accelerates significantly the implementation and deployment based on both the parent-enterprise and its subsidiaries.
Results. New software has been created to automate the processing of questionnaires during the organization's self-assessment based on key indicators, as well as considering 6 main groups of the quality management system indicators. Application of the program will significantly speed up the process of input and processing of expert information required for self-assessment. The program provides organizations to get an adequate idea of the opportunities and prospects for improving the organization's quality management system. Some fragments of the software system interface are given.
Discussion and Conclusions. The proposed software can be used to determine the level of maturity of an organization. The application of Web-technologies improves usability, reduces software support costs. The software can be both deployed in the existing network infrastructure of a customer and used by all the functionality through connecting to a remote server. The software is optimized for various screen resolutions, which allows you to use it not only at the central office, but also when analyzing the quality management system of corporate customers. The traffic generated by the web application is optimized for working with mobile devices with a low-speed Internet connection. Application of the program will significantly reduce the time for users to enter and process expert information required for the problem solving and to eliminate duplication of information.

***Keywords**:* information support, quality management system, level of maturity of an organization, self-assessment, expert systems.

For citation: I. N. Nurutdinova, L. A. Dimitrova. Information system for assessing maturity level of an organization. Advanced Engineering Research, 2020, vol. 20, no. 3, p. 317−324. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-317-324

Введение. Достижение устойчивого успеха — актуальная задача для каждого хозяйствующего субъекта (предприятия, организации, фирмы и т. д.). Устойчивый успех функционирования организации предполагает обеспечение высоких значений показателей деятельности и их оптимальный баланс. При этом должны быть учтены интересы и потребности всех сторон, имеющих отношение к предприятию. Например, качество продукции должно соответствовать требованиям потребителей; сроки, объемы поставок и закупок — договорным обязательствам с партнерами и поставщиками; финансовые показатели — ожиданиям руководства и собственников. Современная быстроменяющаяся экономика требует оперативного реагирования на внешние воздействия, поэтому данный аспект анализа деятельности приобретает особое значение. Качественные и количественные характеристики, оказывающие влияние на функционирование организации, должны быть сбалансированы, что выступает основным критерием обеспечения успеха. Самооценка является одним из основных инструментов анализа функционирования организации и обеспечивает непрерывный мониторинг состояния организации, что является фундаментальным способом поддержания конкурентоспособности.

В нашей стране проблема самооценки деятельности организации изучена в достаточном объеме для отдельных направлений практического опыта. Это работы Э. А. Белокоровина, В. И. Галеева, Е. А. Горбашко, Т. Ю. Дворук, В. С. Дубинина, Т. Калиты, А. И. Кочетова, Д. В. Маслова, Ю. И. Мхитаряна, И. Г. Окрепиловой, Т. А. Салимовой, М. З. Свиткина и др.[1] Различные методы и подходы к самооценке и оценке деятельности организации в отдельных отраслях, а также ее перспектив в направлении улучшений и повышения конкурентоспособности рассматривались в зарубежных публикациях [1–5].

Актуальность проблемы, охватывающей разнообразные аспекты процесса самооценки организации на основе подхода с использованием системы менеджмента качества (СМК), подтверждается, в первую очередь, ее прикладным значением, так как уровни зрелости организации тесно связаны с проблемой обеспечения и контроля качества[2]. Для адекватной оценки функционирования СМК используют профессионалов предметной

[1] Маслов Д. В., Белокоровин Э. А. Управление качеством на малом предприятии. М., 2011. 192 с.
[2] ГОСТ Р ИСО 9004–2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М. : Стандартинформ. 2011. — 36 с.

области — экспертов. Однако существенной проблемой, сопутствующей решению задачи, является необходимость учета разнообразной, в том числе качественной, экспертной информации, субъективность оценок экспертов, а также недостаточное количество экспертов. В связи с этим для решения указанных задач целесообразно применение интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Использование новой технологии (экспертных систем) позволит найти оптимальное решение задачи самооценки организации. Дальнейшая всеобщая автоматизация предприятия будет обеспечиваться за счет разработки системы, включающей совокупность гибридных экспертных систем и, как следствие, приведет к повышению эффективности функционирования предприятия.

Применение экспертами знаний (эвристик), полученных в течение всего времени профессиональной деятельности в специализированной предметной области, является специфической особенностью экспертных систем (ЭС).

Когда качественные и количественные оценки неоднозначны, для принятия решений используются ЭС как в технических задачах принятия решений [6], так и для получения оценок в вопросах менеджмента, производственных, логистических процессах [7–11], оценки качества обслуживания[3], оценки качества знаний[4] и других гуманитарных областях. Для определения уровня зрелости организации авторами была предложена общая схема[5]. Схема предполагает использование оценок экспертов и создание ЭС [12], получение решений которой основано на нечетком логическом выводе [13–15].

Целью работы является создание компьютерной системы, обеспечивающей автоматизацию процесса самооценки, что существенно повысит эффективность деятельности лица, принимающего решение (ЛПР) в процессе решения этой задачи и, в частности, при определении уровня зрелости организации. Использование данной компьютерной системы позволяет применять эвристики профессионалов предметной области, раздвинуть границы вырабатываемых решений и рекомендаций и повысить их значимость.

Материалы и методы. Практика создания ЭС показывает, что эволюционный метод создания стал доминирующим в области ЭС. Рассмотрим содержательные аспекты этапов и особенности проектирования программного комплекса (рис. 1). Существенные особенности этапа идентификации заключаются в определении целей и задач создания ЭС; в выборе типа и широты постановки проблемы; в назначении требуемых ресурсов (сроки и «компьютерные мощности») и участников процесса разработки.

Перечислим типы задач, решаемые с применением ЭС:

— систематизация накопленного опыта проведения самооценки при анализе функционирования СМК;

— использование особенностей опыта решения задач экспертного оценивания;

— оперативное решение задачи оценки уровня зрелости организации;

— регистрация специфических моментов при аудите организации и распространение методов, направленных на устранение их негативного воздействия.

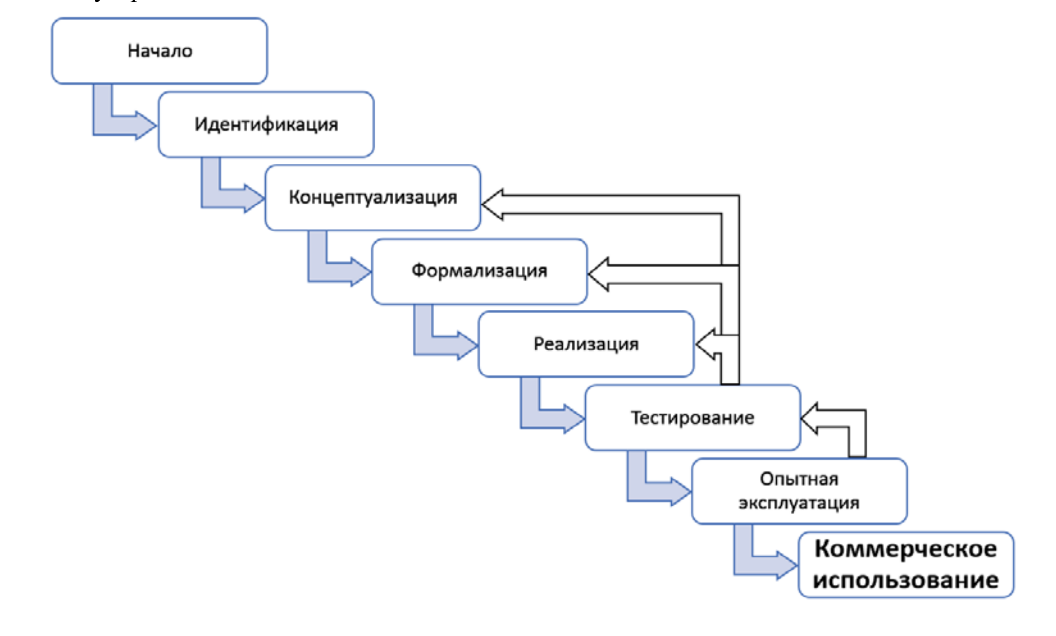


Рис. 1. Этапы и содержание задач разработки экспертной системы

[3] Борисова Л. В. Особенности экспертного контроля качества в сфере обслуживания // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сб. науч. тр. 5-й междунар. молодеж. науч.-практ. конф. Курск. 2014. Т.2. С. 110–113.

[4] Шумская Н. Н. О подходе к экспертной оценке качества знаний // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сб. ст. 8-й междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д. 2015. С. 321-324.

[5] Димитрова Л. А. Общая схема оценки уровня зрелости организации на основе нечетких экспертных знаний // Инновационные технологии в науке и образовании «ИТНО-2016» : сб. науч. тр. междунар. науч.-метод. конф. Ростов н/Д. 2016. С. 357–360.

На стадии концептуализации происходит очерчивание терминов, взаимосвязей и инструментов управления, требуемых для изложения методики реализации задачи.

Содержание этапа концептуализации включает выбор понятий, отношений и механизмов управления, необходимых для описания решения рассматриваемых задач. К примеру, термины, используемые для характеристики текущего положения организации, могут определяться положениями стандартов: менеджмент для достижения устойчивого успеха организации, стратегия и политика, менеджмент ресурсов, менеджмент процессов, мониторинг, измерение, анализ и изучение, улучшения, инновации и обучение.

На этапе формализации происходит создание структур для выражения знаний, основных терминов и взаимосвязей. Метод формального выражения в большинстве случаев определяется языком построения ЭС. Для построения модели предметной области использовался подход на основе методологии нечетких множеств [12–14].

Реализация и тестирование ЭС включают написание компьютерной программы, описание правил, включающих знания, оценка приведенных правил, и, конечное, получение оценки экспертной системы в целом.

Для автоматизации решения задачи самооценки был создан программный комплекс. На рис. 2 приведена структурная схема программного комплекса, созданного на базе полученных знаний о предметной области [12–14].

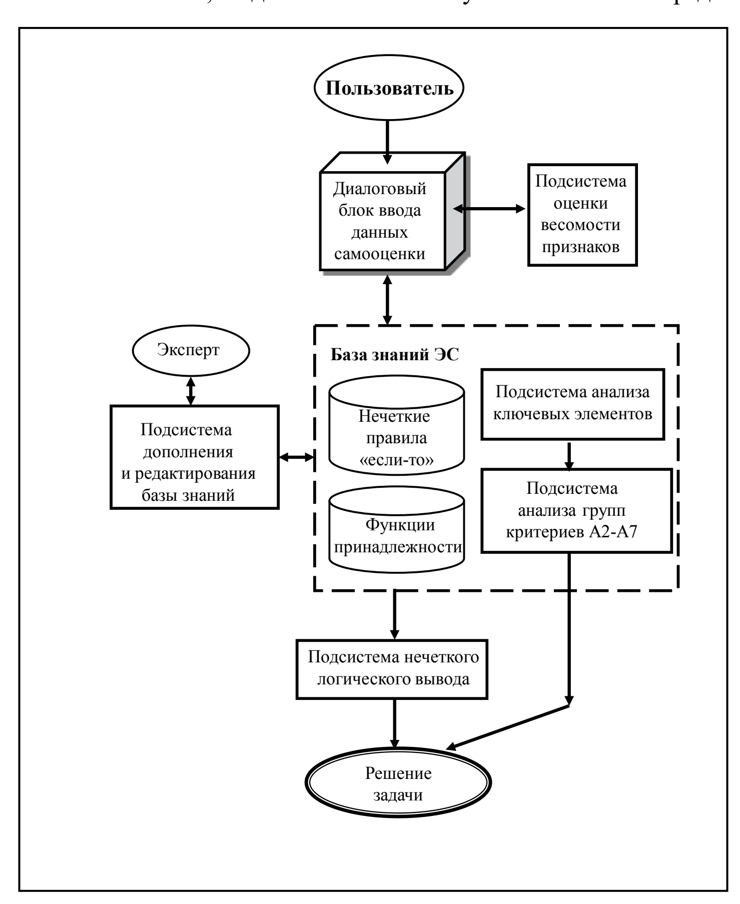


Рис. 2. Структурная схема экспертной системы

ЭС реализует следующие функции:

— описание разделов стандартов СМК, используемых при решении задачи оценки уровня зрелости организации;

— решение задачи самооценки на основе 9 основных критериев (в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9 004–2010;

— решение задачи на основе дополнительных 6 критериев [12–14];

— решение задач определения весомости критериев оценки[6];

— решение задач формализации нечеткой экспертной информации;

— объяснение полученных результатов;

— содействие ЛПР при эксплуатации ЭС.

Набор компонентов ЭС зависит от характерных свойств предметной области и первоочередных требований, выдвигаемых при ее создании.

[6] Нурутдинова И. Н., Шумская Н. Н., Димитрова Л. А. Об использовании весовых коэффициентов при формировании экспертной информации // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сб. ст. 10-й междунар. юбил. науч.-практ. конф. Ростов н/Д. 2017. С. 332–334.

Особую роль в ЭС играет режим работы системы со знаниями. В приведенном режиме пользователю предоставлены следующие ресурсы: загрузка в систему знаний, выбранных экспертом; исключение выбранных знаний; изменение знаний; считывание базы знаний; консервация знаний.

Режим корректировки знаний поддерживает дополнение знаний следующих видов: оценка весомости факторов, число термов лингвистических переменных, параметры функций принадлежности, продукционные правила.

ЭС функционирует в двух режимах — приобретение знаний и решение задач.

Формирование базы знаний происходит посредством совместной работы инженера по знаниям и эксперта СМК.

Взаимодействие пользователя (ЛПР) с ЭС происходит в режиме решения задачи. Реализация естественно-языкового интерфейса с пользователем реализуется за счет диалогового блока ввода информации.

Основным компонентом всех программных продуктов выступает пользовательский интерфейс, спроектированный для неограниченного числа пользователей. Пользователи (эксперты) могут работать в системе одновременно, причем их количество неограниченно.

Для описываемой ЭС применяется три типа диалогов: диалог типа меню; диалог типа вопрос-ответ; диалог на основе экранных форм.

Таким образом, рассмотренный программный комплекс представляет собой инструментальную среду, позволяющую пользователю решать разнообразные задачи оценки уровня зрелости организации в интерактивном режиме.

Результаты исследования. Программный продукт выполнен в виде кроссплатформенного клиент-серверного приложения. Хранение и обработка всех данных осуществляется на web-сервере, пользователь взаимодействует с web-сервером при помощи интернет-браузера (поддерживаются все современные интернет-браузеры — Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge, Opera, а также их мобильные версии). Для реализации графического интерфейса пользователя применяется HTML и JS, серверная логика реализована на PHP. Пользователь может пользоваться клиентской частью приложения, используя широкий перечень платформ (ПК, ноутбуки, планшеты, смартфоны) и операционных систем (Windows, MacOS X, Android, iOS).

После авторизации (ввода имени пользователя и пароля) пользователь попадает на стартовую страницу приложения и получает доступ к главному меню системы. Если с конкретным экспертом опрос проводится в первый раз, необходимо заранее ввести в базу данных его атрибуты. Сделать это можно нажав на ссылку «Регистрация нового пользователя» в главном меню системы. В том случае, если данные эксперта уже введены в систему, пользователь может приступать к проведению опроса как по ключевым элементам, так и по расширенному списку вопросов (подсистема «подробная самооценка, п. А2–А7»).

После окончания ввода данных можно сразу получить результаты проведения оценки как по простой шкале, так и с учетом заранее введенных коэффициентов весомости критериев, выбрав соответствующие ссылки в главном меню программы. Результат решения задачи представляется в текстовой форме, графической, в виде диаграммы RADAR и анимированной приборной панели, разделенной на сектора, соответствующие каждому из уровней зрелости организации.

Применение данной системы, основанной на знаниях опытных специалистов, позволит сократить временные затраты, расширить спектр принимаемых решений и улучшить их обоснованность, сохранить эмпирические знания, полученные в ходе решения задачи самооценки.

На рис. 3 представлено главное меню системы автоматизированного решения задачи оценки уровня зрелости организации, а на рис. 4 — экран опроса пользователя.

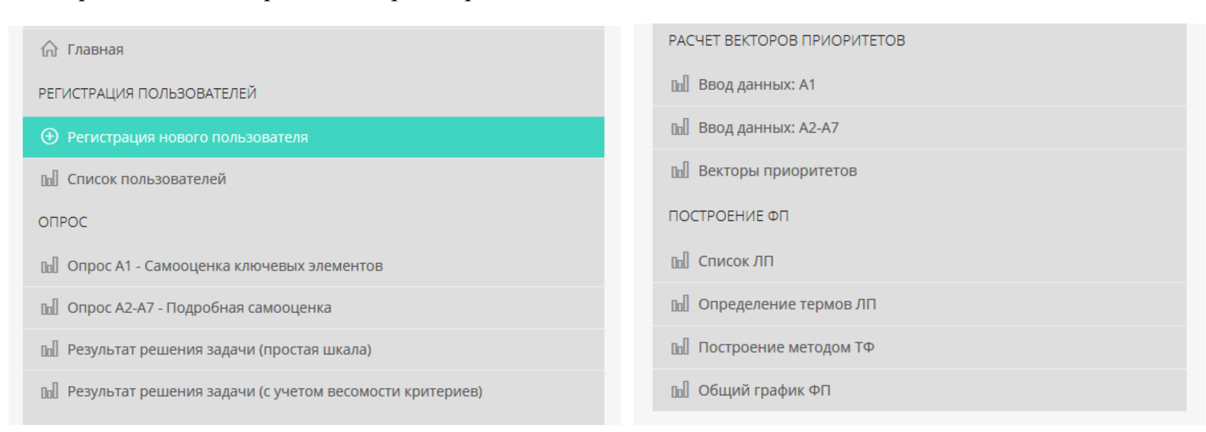


Рис. 3. Главное меню программного комплекса

Главная • Прохождение опроса А1

Прохождение опроса А1 - Самооценка ключевых элементов

НА ЧТО ОРИЕНТИРОВАН МЕНЕДЖМЕНТ? (РУКОВОДСТВО)

- На продукцию, акционеров и некоторых потребителей при ситуативном реагировании на изменения, проблемы и возможности
- На потребителей и законодательные/нормативные требования с некоторой долей структурированного реагирования на проблемы и возможности
- На работников организации и некоторые дополнительные заинтересованные стороны. Определены и реализуются процессы реагирования на проблемы и возможности
- На сбалансированный подход к потребностям определенных заинтересованных сторон. Постоянное совершенствование находится в центре внимания организации
- На сбалансированный подход к новым заинтересованным сторонам. Главной целью является достижение наивысшей эффективности для своего класса

КАКОВ ПОДХОД РУКОВОДСТВА? (РУКОВОДСТВО)

- Подход пассивный и построен по командному принципу
- Подход пассивный и основан на решениях руководителей разного уровня
- Подход активный, и право принятия решений передано трудовым коллективам
- Подход активный, характеризуемый активным участием работников организации в принятии решений
- Подход активный, направленный на обучение и наделение полномочиями работников всех уровней

Рис. 4. Экран опроса пользователя

В результате опроса и анализа результатов (на базе внесенных экспертом знаний предметной области) ЛПР получает решение задачи (рис. 5 и 6).



Рис. 5. Общий вид диаграммы опроса пользователя

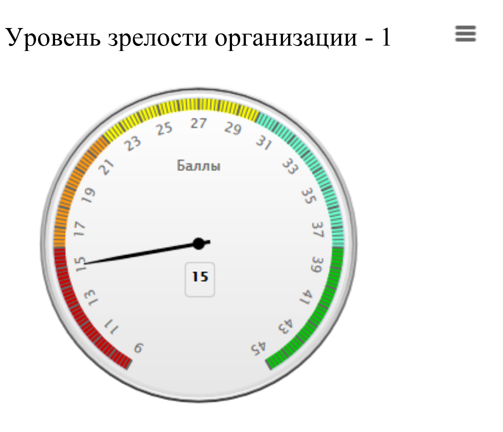


Рис. 6. Представление результатов оценки в виде диаграммы

Решение задачи оценки уровня зрелости организации может быть получено с учетом весомости как ключевых показателей, так и основных групп критериев оценки.

Обсуждение и заключения. Предлагаемое программное обеспечение (ПО) может быть использовано при определении уровня зрелости организации. Применение web-технологий повышает удобство пользования, снижает затраты на поддержку ПО. ПО можно развернуть как в существующей сетевой инфраструктуре заказчика, так и пользоваться всем функционалом, подключаясь к удаленному серверу. ПО оптимизировано под различные разрешения экрана, что позволяет использовать его не только в центральном офисе, но и при анализе СМК предприятий-клиентов. Трафик, генерируемый web-приложением, оптимизирован для работы с мобильными устройствами с низкоскоростным подключением к сети Интернет. Применение программы позволит значительно сократить время пользователей на ввод и обработку необходимой для решения задачи экспертной информации, исключить дублирование информации.

Создана ЭС, представляющая из себя инструментальную программную среду. В рамках работы ЭС допустимо формировать желаемые конфигурации ЭС (подсистем ввода знаний), которые включают в себя разнообразные сочетания лингвистических переменных и всевозможные способы построения функций принадлежностей. Данная ЭС является универсальной, пригодной для применения в любых хозяйственных субъектах, она позволяет классифицировать систему по уровню зрелости и определять потенциалы улучшения.

Практической реализацией разработанных алгоритмов является создание программных средств, на которые получены свидетельства на интеллектуальную собственность (№ 2017660792 и № 2017660791).

Библиографический список

1. Andersen, E. S. Project maturity in organizations / E. S. Andersen, S. A. Svein // International Journal of Project Management. — 2003. — Vol. 21, iss. 6 . — P. 457−461. DOI: 10.1016/S0263-7863(02)00088-1

2. Xu, D-L. Intelligent decision system for self-assessment / D-L. Xu, J-B. Yang // Journal of multi-criteria decision analysis. — 2003. — Vol. 12, iss. 1. — P. 43−60. DOI: 1002/mcda.343

3. Xu, D-L. Intelligent decision system and its application in business innovation self assessment / D-L. Xu, G. McCarthy, J-B. Yang // Decision support system. — 2006. — Vol. 42, iss. 2. — P. 664-673. DOI: 10.1016/j.dss.2005.03.004

4. Enke, J. Systematic learning factory improvement based on maturity level assessment / J. Enke [et al.] // Procedia Manufacturing. — 2018. — Vol. 23. — P. 51–56. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.03.160

5. Neverauskas, B. The theoretical approach to project portfolio maturity management / B. Neverauskas, R. Čiutienė // Economics and Management. — 2011. — Vol. 16. — P. 845−851.

6. Макаров, И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И. М. Макаров [и др.] — Москва : Наука, 2006. — 333 с.

7. Hrehova, S. Application of fuzzy principles in evaluating quality of manufacturing process / S. Hrehova, A. Vagaska // WSEAS Transactions on Power Systems. — 2012. — Vol. 7. — P. 50−59.

8. Бирюков, А. Н. Метод оценки зрелости организации с использованием модели BPMM и его реализация / А. Н. Бирюков, Д. Ю. Клецких // Бизнес-информатика. — 2011. — № 3 (17). — С. 45–52.

9. Ding, J.-F. Assessment of Customer Relationship Management for Global Shipping Carrier-based Logistics Service Providers in Taiwan: An Empirical Study / J.-F. Ding // WSEAS Transactions on Systems. — 2012. — Vol.1, iss. 6. — P. 198−208.

10. Еремина, Е. А. Информационная система выбора поставщика на основе метода нечеткого логического вывода / Е. А. Еремина, Д. Н. Ведерников // Современные проблемы науки и образования : [сайт]. — 2013. — № 3. — URL : http://science-education.ru/ru/article/view?id=9317 (дата обращения : 05.03.2020).

11. Wang, G. Modelling and Analyzing Trust Conformity in E-Commerce Based on Fuzzy Logic / G. Wang [et al.] // WSEAS Transactions on Systems. — 2015. — Vol. 14. — P. 1−10.

12. Борисова, Л. В. Информационная поддержка мониторинга состояния организации / Л. В. Борисова, Л. А. Димитрова, И. Н. Нурутдинова // Вестник Донского государственного технического университета — 2016. — № 4. — С. 126–133. DOI : 10.12737/22154

13. Борисова, Л. В. Методика оценки уровня зрелости организации на основе нечеткого моделирования / Л. В. Борисова, Л. А. Димитрова, И. Н. Нурутдинова // Вестник Донского государственного технического университета. — 2017. — Т. 17, № 1 (88). — С. 113–121. DOI : 10.23947/1992-5980-2017-17-1-113-121

14. Nurutdinova, I. Intelligent System for Assessing Organization's Possibilities to Achieve Sustained Success / I. Nurutdinova, L. Dimitrova // Advances in Intelligent Systems and Computing. — 2019. — Vol. 875. — P. 379−388.

Сдана в редакцию 30.04.2020
Запланирована в номер 15.06.2020

Об авторах:

Нурутдинова Инна Николаевна, доцент кафедры «Прикладная математика» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат физико-математических наук, доцент, ResearcherID: E-3961-2018, ORCID: http:// orcid.org/0000-0002-3375-1295, nurut.inna@yandex.ru

Димитрова Любовь Азатовна, ассистент кафедры «Управление качеством» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5196-5975, kaf-qm@donstu.ru

Заявленный вклад соавторов:

И. Н. Нурутдинова — формирование цели и задачи исследования, доработка текста, корректировка выводов. Л. А. Димитрова — разработка структуры программной системы, проведение расчетов, разработка программного обеспечения, подготовка текста, формирование выводов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.